

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **60-005820**

(43)Date of publication of application : **12.01.1985**

(51)Int.CI.

C21D 6/00

// **C22C 38/02**

(21)Application number : **58-111919**

(71)Applicant : **NISSHIN STEEL CO LTD**

(22)Date of filing : **23.06.1983**

(72)Inventor : **SHINODA KENICHI**

IMATOMI HISAO

OMOSAKO KOJI

(54) PRODUCTION OF STEEL HAVING HIGH STRENGTH AND HIGH DUCTILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a heat-treated steel provided with high strength, excellent ductility and toughness in a combined austempering method of a specifically composed middle and high carbon steel by stabilizing positively residual austenite.

CONSTITUTION: A middle and high carbon steel contg., by weight, 0.40W1.10% C and 0.8W2.7% Si among the elements in the steel is held at a temp. region of the Ac₃ point WAc₃ point of said steel +150°C to austenitize the steel. The steel is then hardened from said temp. region to a temp. region of the Ms point WM80% point of the steel. The steel is thereafter heated from the state in which ≥20vol% untransformed austenite is maintained to a temp. region of 300W 450°C so that the tempering of martensite and the bainite transformation of the untransformed austenite is effected. The steel is at the same time cooled to an ordinary temp. by regulating the holding time in said heating temp. region in such a way that the residual amt. of the austenite stable at an ordinary temp. attains ≥5vol%. The bainite transformation is interrupted by such regulation. The steel in which the three phases, martensite, bainite and residual austenite, coexist, is thus obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭60—5820

⑮ Int. Cl.
C 21 D 6/00
// C 22 C 38/02

識別記号
CBA

厅内整理番号
Z 6441—4K
7147—4K

⑯ 公開 昭和60年(1985)1月12日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑤ 高強度高延性鋼の製法

② 特 願 昭58—111919

② 出 願 昭58(1983)6月23日

⑦ 発明者 篠田研一

吳市昭和町11番1号日新製鋼株
式会社呉研究所内

⑦ 発明者 今富久雄

吳市昭和町11番1号日新製鋼株

式会社呉研究所内

⑦ 発明者 面迫浩次

吳市昭和町11番1号日新製鋼株
式会社呉研究所内

⑦ 出願人 日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4
番1号

⑦ 代理人 弁理士 和田憲治

明細書

1. 発明の名称

高強度高延性鋼の製法

2. 特許請求の範囲

(1) 鋼中元素のうち、Cが0.40～1.10重量%、
Siが0.8～2.7重量%の中高炭素鋼を当該鋼の
Ac₁変態点～Ac₃変態点+150℃の温度域に保持
してオーステナイト化処理し、このオーステナイ
ト域から当該鋼のMs点～M_{so}%点の温度域に焼入
れし、ついで、少なくとも20重量%以上の未変
態オーステナイトを保持させた状態より300℃～
450℃の温度域に再加熱し、この再加熱段階にお
いてマルテンサイトの焼戻しと未変態オーステナ
イトのベイナイト変態を行なわせると共に、この
再加熱温度域での保持時間を常温で安定な残留オ
ーステナイト量が少なくとも5重量%以上となる
時間内に規制して常温に冷却し、この保持時間の
規制によりベイナイト変態を中断することからなる
高強度高延性鋼の製法。

(2) 常温に冷却された鋼は、焼もどしマルテンサ

イトが10～80重量%、残留オーステナイトが5
重量%以上で、残余の大部分がベイナイトからなる
組織を有し、板厚1mmとした場合の機械的特性
がT.S ≥ 150 kg/mm²、T.S × EI ≥ 1500である特
許請求の範囲第1項記載の製法。

(3) 再加熱温度域300℃～450℃での保温時間が
4分以内である特許請求の範囲第1項または第2
項記載の製法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、高い強度と優れた延性および韧性を
備える熱処理鋼を短時間の熱サイクル下で製造す
る方法に係り、より詳しくは、マルテンサイト、ベイ
ナイトおよび残留オーステナイトの3相共存鋼を、
ベイナイト変態を加速させる一方で残留オーステナ
イトの安定化を図りながら製造する高強度高延性鋼
の製法に関するものであり、同一出願人に係る先
の特許昭57-21654号に提案した“引上げオーステ
ンバー法”的の改善に関するものである。

従来より、熱処理鋼としてオーステンバー処理
された鋼と焼入れ焼戻し処理された鋼がよく知ら

特開昭60-5820(2)

れている。両者を比較すると、前者は一般的に韧性に富むが、オーステンバー処理でベーナイトを生成させるさいに、処理温度が高い場合は後者に比べて著しく軟質となり、処理温度を低下させる場合は保持時間が著しく増大して製造性がわるくなるという制約を受ける。他方、後者は、高強度材を得やすいが韧性が前者に劣る。

このようなことから、先の特願昭57-21654号において、処理時間を短縮しながら高い強度と優れた韌性を得る方法として、本発明者らが引上げオーステンバー法と呼んだ新しい製法を提案した。

本発明の目的は、この引上げオーステンバー法を一層進展させることにあり、特に、先の引上げオーステンバー法では直接的には意図しなかつた残留オーステナイトを積極的に安定化させることにある。本発明者らのその後の追試研究によると、残留オーステナイトを安定化させ、マルテンサイト、ペイナイトおよび残留オーステナイトの3相共存鋼とすることにより、引上げオーステンバー法の特徴である処理時間の短縮を享受しながら、

刃物材やバネ材に要求される高い強度と高延性($T.S \geq 150 \text{ kg/mm}^2$ 、 $T.S \times E1 \geq 1500$)を満足する鋼が得られることが判明し、特にこの引上げオーステンバー法を適用して残留オーステナイトをもつて相鋼を得る場合に、適切含量のSiがこの残留オーステナイトの安定化に極めて有効に作用することがわかつた。

すなわち本発明は、鋼中元素のうち、Cが0.40～1.10重量%、Siが0.8～2.7重量%の中高炭素鋼を当該鋼のAc₁、変態点～Ac₃、変態点+150℃の温度域に保持してオーステナイト化処理し、このオーステナイト域から当該鋼のMs点～M_{ro}点の温度域に焼入れし、ついで、少なくとも20容量%以上の中未変態オーステナイトを保持させた状態より300℃～450℃の温度域に再加熱し、この再加熱段階においてマルテンサイトの焼戻しと未変態オーステナイトのペイナイト変態を行なわせると共に、この再加熱温度域での保持時間を常温で安定な残留オーステナイト量が少なくとも5容量%以上となる時間内に規制して常温に冷却し、

この保持時間の規制によりペイナイト変態を中断することからなる高強度高延性鋼の製法を提供するものである。この本発明によると、熱処理時間（より具体的には、再加熱温度での保持時間）を著しく短縮させた状態で（例えば4分以内）、焼戻しマルテンサイト、ペイナイトおよび残留オーステナイトの3相組織の高強度高延性鋼を得ることができ。この3相組織の好ましい態様としては、焼戻しマルテンサイトが10～80容量%、残留オーステナイトが5容量%以上、残部が実質的にペイナイトからなる組織であり、板厚1mmとした場合の機械的特性がT.S $\geq 150 \text{ kg/mm}^2$ 、T.S × E1 ≥ 1500 を満足するものである。

以下に本発明法の詳細を説明する。

第1図は本発明の引上げオーステンバー法の各熱処理段階を説明するための基本図であり、図示のように、本法は、

段階Ⅰ…温度T₁、保持時間t₁

段階Ⅱ…温度T₂、保持時間t₂

段階Ⅲ…温度T₃、保持時間t₃

の3段階の処理からなる。

まず、段階Ⅰは材料のオーステナイト化のための処理であり、T₁はA₃～A₃+150℃の温度範囲である。T₁に上限(A₃+150℃)を設けたのは、これを超える温度になるとオーステナイト粒が粗大化して成品の韧性を低下させる原因となるからである。t₁は加热方法や材料寸法によって適切な時間に定められ、未溶解炭化物が10%以下となるに要する時間、例えば0.5～15分であれば、ほぼ均一なオーステナイト化が達成される。

段階Ⅱは、段階ⅠからT₂温度に保持された媒体中に材料を浸漬して焼入れする処理である。

この焼入れのための媒体（冷媒）としては、塩浴、オイル浴、非鉄金属または合金浴、その他の公知の浴を使用する。T₂温度はMs～M_{ro}の温度域、すなわち、その温度で80%（容積比）未満のマルテンサイトが生成する温度域であり、通常のMs点以下までの焼入れ温度とは異なる。マルテンサイト変態は無抵抗変態であるので、その生成量は焼入れ温度には支配されるがその温度での保持時

特開昭60-5820(3)

間にはほとんど影響されない。しかし、冷媒の種類や材料寸法によつてこの T_1 温度に材料が完全に冷却されるまでの時間には若干の差が現われる。したがつて、この t_1 時間は目標とする T_2 温度に材料温度が達するに必要な時間であればよいが、長すぎてはいけない。なぜなら、この温度 ($M_s \sim M_{s0}$ %) への焼入によつて 20 容積 % 以上の過冷オーステナイトが存在するようになるのであるが、この過冷オーステナイトは T_2 の温度で長時間保持されると下部ベーナイトに変態してしまい、残留オーステナイトの確保が出来なくなるからである。つまり、この冷媒浴への保持時間 t_2 は、20 容積 % 以上の未変態オーステナイトが存在している時間とすることが必要である。

段階Ⅲは、段階Ⅱから M_s 以上の 300 ~ 450 °C の温度 T_3 に材料を再加熱する処理である。この加熱もこの T_3 温度で保持された加熱炉または浴を使用する。この段階Ⅲでは、段階Ⅱで生成した初品マルテンサイトが焼戻されると共に、未変態オーステナイトはベーナイトに変態する。しかし、本発明ではこの T_3 温度での保持時間 t_3 は、ベー

ナイト変態が終了する時間以前とすることが必要である。この t_3 を体積割合で 5 % 以上の未変態オーステナイトが存在するような時間で打切ることに本発明の 1 つの特徴がある。段階Ⅳの処理が終了してから空温まで冷却させるさい、この冷却の過程としては、適当量のベーナイト変態が終了していれば、水中急冷と徐冷のどちらでもよく、両者に材質の差は実質上あらわれない。

このような 3 段階処理からなる本発明法を実施すると、従来のオーステンバー処理に比べて、焼入れストレッシングとも言うべき、ベーナイト変態の加速化を行なせることができる。そして、適切量の Si 含有によつて残留オーステナイトを安定化させることができ、短時間処理でも延性が向上した鋼を得ることができる。

表 1 は、供試鋼の化学成分および変態特性点を示す。供試鋼は、常法の熱間圧延を経て、板厚 1.0 mm に仕上げた冷延鋼帯である。材質特性の評価は、JIS13 号 B 引張り試験片で求めたものである。

表 1

No.	化 学 成 分 (%)						変態点 (°C)		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	SiAl	Ac ₃	M _s
A	0.59	0.39	0.85	0.006	0.007	0.20	0.006	753	264
B	0.58	1.05	0.94	0.007	0.007	0.22	0.015	778	256
C	0.56	1.62	0.93	0.007	0.011	0.25	0.016	795	258
D	0.61	2.19	0.92	0.008	0.011	0.20	0.022	798	258
E	0.59	1.73	0.91	0.008	0.006	0.42	0.016	792	250

第 2 図は、供試鋼 D を、 $T_1 = 880$ °C, $t_1 = 20$ min にてオーステナイト化後、 $T_2 = 204$ °C, $t_2 = 1$ min として、初品マルテンサイトを約 20 % 得た後、 $T_3 = 350$ °C として、 t_3 保持時間を変えた場合の引上げオーステンバー処理材の引張試験特性と、恒温保持温度を 350 °C とした通常のオーステンバー処理材の特性とを比較して示す。

引上げオーステンバー処理材では、伸びは 30 秒 ~ 2 分の範囲で高く、極大値は 1 分にある。一方、通常のオーステンバーでは、伸びは 2 分以下では著しく低く、4 分 ~ 20 分の範囲で高く 8 分

で極大値を示す。

第 3 図は、このときの残留オーステナイト中の C % を示すが、通常のオーステンバー処理では、ベイナイト変態が遅いためにオーステナイトへの C 濃化が進まず、冷却過程で未変態オーステナイトより二次生成のマルテンサイト (α'') を生じやすい。このため不安定破綻を生じ伸びは極端に低くなる。一方、引上げオーステンバーでは、ベイナイト変態が加速され、短時間にオーステナイトの C 濃化が進む。また、通常のオーステンバーよりも低い C % で（残留オーステナイト量がピークを示すときの残留オーステナイト中の C % は、通常オーステンバーで 1.2 %、引上げオーステンバーで 1.0 %）で残留オーステナイトが安定化する。これは、引上げオーステンバーでは組織が微細であり、ベイナイト生成とともにうオーステナイトへの C 濃化が平均的に起こりやすいのに對し、通常のオーステンバーでは組織（ベイナイトのラス）が粗く C 濃化が不均質となるためと考える。

このように、引上げオーステンバーでは、初品

特開昭60-5820(4)

マルテンサイトを生成させることにより、ペイナイト変態が短時間化し、かつ、残留オーステナイトが安定化されやすい。このような効果は、初晶マルテンサイト量を増加されるほど、大きくなる。しかし、初晶マルテンサイト量を80%以上にすると、得られる残留オーステナイト量の絶対値が少なくなるという問題がある。そこで、本発明では、初晶マルテンサイト量を80%以内とするよう、焼入浴温度 T_1 はM_{ss}点以上とする。

第4図は、表1のA～Dの4種の鋼について、前記同様の通常のオーステンバー処理（恒温保持時間4～20分）と前記同様の本発明の引上げオーステンバー処理（保持時間0.5～2分）に供したときの機械的性質並びに残留オーステナイト量(T_{R})を、Si含有量で整理したものである。この第4図から明らかかなように、T.Sは本発明による引上げオーステンバー処理の方が著しく向上しているうえ、Si含有量が高くなるにつれて残留オーステナイト量が多くなり、延性が高くなることがわかる。このように、Siは、安定な残留オ

ーステナイトを得るうえで有効な作用を供するが、Siが0.8%未満では、残留オーステナイトの安定化が不充分となり、目標とする特性が得られない。また、Siを2.7%を超えて含有させても、非金属介在物が増加しやすくなり表面肌や延・韧性の劣化を生じやすいためSiは2.7%以下とするのがよい。

一方、Cについては、SiとともにIC残留オーステナイトの安定化を図るうえで重要な元素であるが、C: 0.40%未満ではオーステナイトの安定化度が低減し、安定な残留オーステナイトを得ることが困難となる。他方、Cが1.10%を超えると、残留オーステナイトによる延性向上効果が認められにくくなる。なお、その他の通常の元素例えはMn、Ni、等の添加量は、Ms点が常温以上となる成分系の範囲において許容される。

実施例

前掲の表1に示した化学成分のC、DおよびE鋼について、表2に表示の条件で熱処理し、得られた鋼のその組織構成と引張試験特性を表2に併

記した。同表において、比較法と記したのは通常のオーステンバー処理、発明法と記したのは引上げオーステンバー処理を表わしている。

(1) No.1～7は、鋼Cについて恒温処理温度(T_1)を300°Cとした場合である。

比較法(No.1～3)では、保持時間(t_1)が4分未満では不安定破壊を示し、T.S × E1は1500未満である。これに対して、発明法(No.4～7)では、保持時間(t_1)が4分未満でも、T.S > 150 kg/mm²、T.S × E1 > 1500を示す。

(2) No.8～11は鋼Dについて、恒温処理温度(T_1)を350°Cとした場合である。

比較法のNo.8は、ペイナイト変態量が44%と充分ではないため、二次生成のマルテンサイトを33%生じ伸びが低い（ただし、保持時間(t_1)を4分と長時間にすれば良好な延性を示す）。これに対して、発明法(No.10～11)では、保持時間(t_1)が2分以下でも、良好な強度と伸びを示す。

(3) No.12～15は、恒温処理温度を400°Cとし

た場合である。

比較法(No.12、13)は良好な伸びを示すが、T.S < 150 kg/mm²となるのにに対して、発明法(No.13、14)は T.S > 150 kg/mm²、T.S × E1 > 1500を示す。

(4) No.16は鋼Cを恒温処理温度を450°Cとして発明法にて処理した結果を示す。T.S > 150 kg/mm²で T.S × E1 > 1500を示す。

(5) No.17～20は、鋼Eについて初晶（1次）マルテンサイト量を変えた場合の結果である。

初晶マルテンサイト量が75%以下(No.17～19)では、良好な強度と延性を示し、T.S × E1 > 1500を満足するが、初晶マルテンサイト量を85%（No.20）とした場合、残留オーステナイト量が5%以下となり、T.S × E1 < 1500となる。

なお、T.S × E1値について、板厚1.0mmの焼入・焼戻し処理鋼帶にあつては、T.S = 150～200 kg/mm²の強度を有するものは、JIS13号B試験で800～1100の範囲にあるのが通常である。

表 2

試験番号	試験材と熱処理	処理条件			組織構成比(%)				機械的性質			備考
		T ₁ (℃) × t ₁ (min)	T ₂ (℃) × t ₂ (min)	T ₃ (℃) × t ₃ (min)	1次M	B	T _R	2次M	T _S (kg/mm ²)	E ₁ (%)	T _S × E ₁	
1	鋼板法	860 × 15	—	300 × 2	0	48	9	43	241	1.1	265	—
2		860 × 15	—	300 × 4	0	68	11	21	242	5.1	1234	—
3		860 × 15	—	300 × 8	0	83	17	tr	203	9.5	1928	—
4		860 × 15	225 × 1	300 × 1	50	42	20	8	225	10.3	2315	○(発明範囲内)
5		860 × 15	225 × 1	300 × 2	30	46	23	tr	223	10.9	2451	○
6		860 × 15	225 × 1	300 × 4	30	48	21	tr	214	10.4	2225	○
7	鋼板法	860 × 15	225 × 1	300 × 8	30	54	15	tr	204	9.5	1938	×(範囲外)
8		860 × 15	—	350 × 2	0	44	13	33	203	1.8	365	—
9		860 × 15	—	350 × 4	0	73	18	9	178	13.4	2385	—
10		860 × 15	225 × 1	350 × 0.5	30	45	18	7	188	11.8	2218	○
11		860 × 15	225 × 1	350 × 2	30	51	19	tr	188	12.7	2388	○
12		860 × 15	—	400 × 2	0	54	26	18	148	16.3	2412	—
13	鋼板法	860 × 15	—	400 × 4	0	68	32	tr	125	25.6	5200	—
14		860 × 15	225 × 1	400 × 0.25	30	46	24	tr	187	11.9	2225	○
15		860 × 15	225 × 1	400 × 0.5	30	50	20	tr	182	11.0	2002	○
16		860 × 15	225 × 1	450 × 0.5	30	57	25	tr	168	14.0	2352	○
17		860 × 15	220 × 1	350 × 1	10	72	17	tr	172	13.0	2236	○
18		860 × 15	170 × 1	350 × 1	50	32	18	tr	192	13.2	2534	○
19	発明法	860 × 15	130 × 1	350 × 1	75	13	12	tr	225	7.6	1710	○
20		860 × 15	80 × 1	350 × 1	85	8	4	tr	233	4.5	1002	×

M : マルテンサイト, B : ベイナイト, T_R : 残留オーステナイト, * : 不安定破綻

4. 図面の簡単な説明

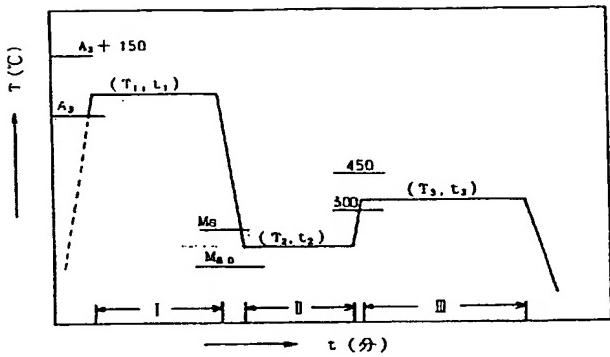
第1図は本発明に従う熱処理段階を示すバーナー図、第2図は恒温処理時間と機械的性質の関係を通常のオーステンバー法と本発明による引上げオーステンバー法とを比較して示した図、第3図は恒温処理時間と残留オーステナイトの組織成分の関係を通常のオーステンバー法と本発明による引上げオーステンバー法とを比較して示した図、第4図は焼中のSi含有量と機械的性質並びに残留オーステナイト量(r_R)との関係を通常のオーステンバー法と本発明による引上げオーステンバー法とを比較して示した図である。

出願人 日新製鋼株式会社

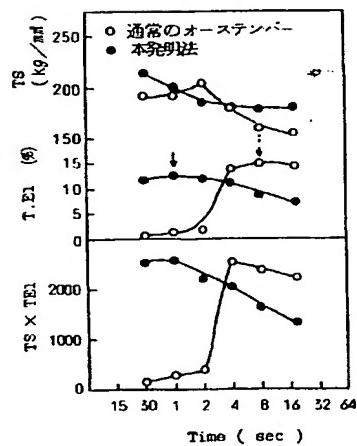
代理人 和田 義治



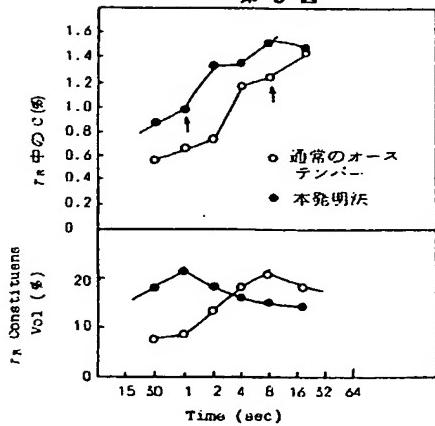
第 1 図



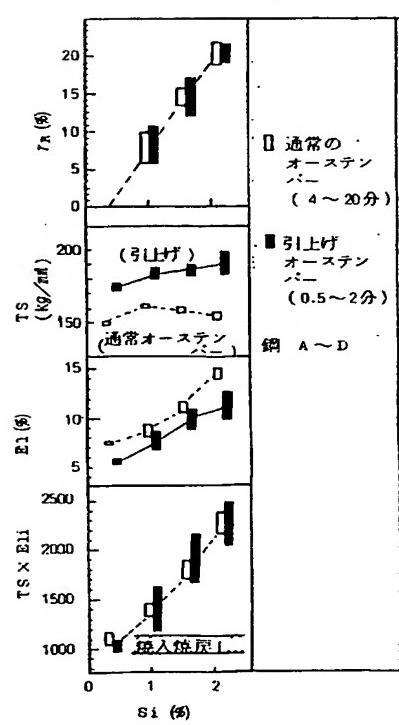
第 2 図



第 3 図



第 4 図



特開昭60-5820(ア)

手 続 补 正 書 (自発)

昭和 58 年 12 月 5 日

特許庁長官 若杉和夫 殿

1. 事件の表示

昭和 58 年 特 許 願 第 111919 号

2. 発明の名称 高強度高延性鋼の製法

3. 补正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号

氏名(名称) (458) 日新製鋼株式会社

代表者 国 部 讓

4. 代 理 人 〒162

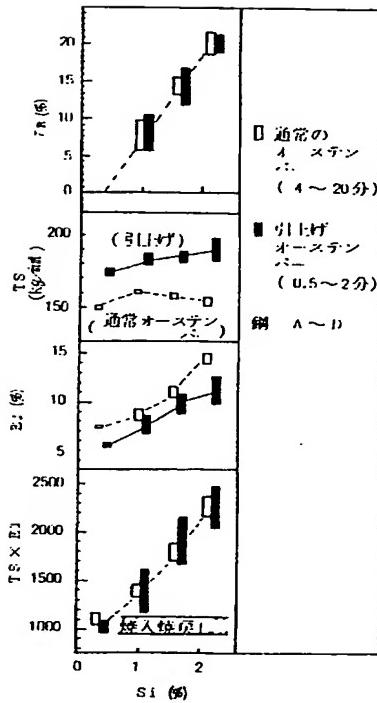
住所 東京都新宿区市谷榮王寺町85番地
電話 (03)267-8555番

氏名 (7613) 弁理士 和 田 慶 治

5. 补正の対象 図面

6. 补正の内容 図面第4図を添付図面のとおり補正する(縦軸の「TS × Ei」を「TS × El」に訂正する)。

第 4 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.